



#3  
Priority Papers  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of :  
BACHMANN et al. :  
Appln. No. 09/756,556 : Art Unit: To be assigned  
Filed: January 8, 2001 : Examiner: To be assigned  
For: FLAT PANEL LOUDSPEAKER : Atty Docket: HAS-011.01  
ARRANGEMENT

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that the foregoing document is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, postage prepaid, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 on February 6, 2001.

  
Robert King

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:


Enclosed herewith is a certified copy of priority document 100 01 410.0, filed on January 14, 2000, in reference to the above-identified patent application

Respectfully submitted,

FOLEY, HOAG & ELIOT LLP

Date: February 6, 2001

Patent Group at Customer ID 25181  
Foley, Hoag & Eliot LLP  
One Post Office Square  
Boston, MA 02109-2170

  
Wolfgang E. Stutius  
Registration No. 40,256

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

**Aktenzeichen:** 100 01 410.0

**Anmeldetag:** 14. Januar 2000

**Anmelder/Inhaber:** Harman Audio Electronic Systems GmbH,  
Straubing/DE

**Bezeichnung:** Flachlautsprecheranordnung

**IPC:** H 04 R 1/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. Dezember 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

WESTPHAL, MUSSGNUG & PARTNER  
European Patent and Trademark Attorneys

ham112

Harman Audio Electronic  
Systems GmbH  
Schlesische Straße 135

94315 Straubing

- Patentanmeldung -

Flachlautsprecheranordnung

## Flachlautsprecheranordnung

Die Erfindung betrifft eine Flachlautsprecheranordnung.

5 Plattenlautsprecher bestehen im Wesentlichen aus einer plattenförmigen Membrane (Klangplatte), einem Antriebssystem (Treiber) und einer Halterung. Die plattenförmige Membran sollte dabei besonders leicht und besonders biegesteif sein. Das Antriebssystem des Plattenlautsprechers besteht in der  
10 Regel aus einem oder mehreren elektromechanischen (vorzugsweise elektrodynamischen) oder piezoelektrischen Wandlern. Die Halterung dient dazu, das Gewicht der plattenförmigen Membran und des Antriebssystems an eine feste Stütze zu übertragen, ohne dabei die gewünschte Membranbewegung zu behindern.  
15 dern.

Plattenlautsprecher konventioneller Bauart (Planare) werden unterresonant betrieben, das heißt, durch konstruktive Maßnahmen wird versucht, einen Betrieb der Platte im Frequenzbereich um die Biegeschwingungsresonanz zu verhindern. Dieses  
20 vom konventionellen Konuslautsprecher her bekannte Prinzip wird als Kolbenlautsprecher bezeichnet. Im Falle eines Plattenlautsprechers werden wie beim Kolbenlautsprecher Biegeschwingungen (mit hohem konstruktiven Aufwand) verhindert.

25 Plattenlautsprecher neuester Bauart werden dagegen resonant betrieben, das heißt, durch konstruktive Maßnahmen wird ausdrücklich gefördert, dass die Platte im Betriebsfrequenzbereich in Biegeschwingungsresonanzen gerät. Dieses Lautsprecherprinzip wird als Multiresonanz-Plattenlautsprecher bezeichnet. Die manchmal in diesem Zusammenhang benutzte Bezeichnung "Biegewellenlautsprecher" ist vieldeutig insofern,  
30 als sie sich sowohl auf Multiresonanz-Plattenlautsprecher als auch auf nicht-resonante Absorberplatten beziehen könnte. Die bekannten Multiresonanz-Lautsprecher sind durchweg plattenförmige, direktstrahlende, auch ohne Gehäuse verwendbare  
35 Lautsprecher, die beispielsweise als Deckenlautsprecher in

untergehängte Gebäudedecken eingebaut werden oder nach Art eines Plakatständers mit Fußteil freistehend betrieben werden.

- 5 Wird ein gehäuseloser Multiresonanz-Plattenlautsprecher in die Nähe einer schallreflektierenden Wand (Abstand geringer als Plattendiagonale, Ausrichtung planparallel) gebracht, so beobachtet man einen generellen Leistungsabfall bei tiefen Tönen (Wand-Effekt). Ein Lösungsansatz für den "Wand-Effekt"
- 10 besteht darin, den Multiresonanz-Plattenlautsprecher mit einem rückwärtig angeordneten Flachgehäuse abzuschirmen. Der Lösungsansatz eignet sich jedoch nur für kleine, handliche Platten, wobei eine eingeschränkte Bandbreite auftritt.
- 15 Große Flachlautsprecher haben theoretisch folgende Vorteile: Es wird eine sehr tiefe untere Grenzfrequenz durch Bipolarabschirmung erreicht, wobei die Plattenresonanzen verhältnismäßig tief liegen. Des Weiteren haben große Flachlautsprecher eine hohe Empfindlichkeit durch die große Membranfläche, da
- 20 die abgestrahlte Leistung proportional zur Membranfläche und proportional zum Quadrat der mittleren, effektiven Schnelle auf der Membran ist. Weiterhin treten relativ geringe nicht-lineare Verzerrungen aufgrund der geringen Auslenkung der Treiber auf. Aufgrund der großen Fläche kann bei gleicher abgegebener akustischer Leistung das Schnelle-Quadrat entsprechen geringer ausfallen. Schließlich kann eine relativ hohe
- 25 Maximalleistung aufgrund der großen Fläche abgegeben werden.
- Jedoch haben große Planare oder große elektrostatische Plattenlautsprecher die folgenden Nachteile: Ungünstig bei großen Planaren ist beispielsweise, dass die erste Biegewellenresonanz quadratisch mit der Diagonalen abfällt. Große Planare haben weiterhin ein großes "Bündelungsproblem", das heißt der Raumwinkel im Hochtonbereich verengt sich auf das Quadrat des
- 30 Verhältnisses von Wellenlänge und Membrandiagonale. So müsste beispielsweise bei fünf Meter Hörabstand das Ohr des Zuhörers auf fünf Zentimeter genau auf der Mittelsenkrechten der Plat-
- 35

ten positioniert werden. Dies ist in der Praxis jedoch nur selten einzuhalten. Bei großen Elektrostaten liegen die Probleme zum einen in dem großen Aufwand für leistungsstarke Hochspannungselektronik und zum anderen ist, ebenso wie bei  
5 den Planaren, das Bündelungsproblem präsent.

Von den drei in Frage kommenden Prinzipien für große Flachlautsprecher (Planar, Elektrostatt, Multiresonanz-Plattenlautsprecher) bieten die Multiresonanz-Plattenlautsprecher alle  
10 genannten Vorteile der großen Flachlautsprecher (Grenzfrequenz, Empfindlichkeit, Verzerrung, Leistungsreserve) ohne die genannten Nachteile (Bündelungseffekt, Biegewellenresonanz, Hochspannungsbedarf) aufzuweisen. Jedoch haben Multiresonanz-Plattenlautsprecher, wie generell alle großen Flach-  
15 lautsprecher, das Problem einer geeigneten Halterung. Frei aufgestellte große Wände jeglicher Art, benötigen aufwendige Stütz- und Sicherungskonstruktionen. Das führt dazu, dass bisher nur kleine bis mittlere Multiresonanz-Flachlautsprecher realisiert werden, die dann jedoch nicht mehr alle Vor-  
20 teile bzw. die Vorteile nur in eingeschränktem Umfang bieten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flachlautsprecheranordnung anzugeben, die diese Nachteile nicht aufweist.

25 Die Aufgabe wird gelöst durch eine Flachlautsprecheranordnung gemäß Patentanspruch 1. Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung nutzt beispielsweise Gebäudewände als standfeste Halterung, so dass  
30 auch mit geringem Materialaufwand Großlautsprecher verwirklicht werden können. Dabei wird vorteilhafterweise keine schwer zu beherrschende, einzelne und daher großflächige Klangplatte verwendet, sondern einzelne Plattenlautsprecher,  
35 die etwa wie "Fliesen" einfach auf die Gebäudewand aufgebracht werden. Die Funktionsweise beruht dabei auf einem Biegewellenbetrieb oberhalb der Koezidenzfrequenz. Dies wird

beispielsweise mit einer nur am Rand fixierten, freitragenden Klangplatte (zum Beispiel Sandwichplatte) erreicht. Auch bei einer fliesenartigen Fixierung der Plattenrückseite (die dann als Halbsandwich kein hinteres Deckblatt benötigt) werden

5 Biegewellen herbeigezwungen. Dabei verhält sich die dem Hör-  
raum zugewandte Oberfläche so, als ob Biegewellen sich dämp-  
fungsarm auf einer Platte ausbreiten und dämpfungsarm am Rand  
reflektiert werden. Die erfindungsgemäße Flachlautsprecher-  
anordnung zeichnet sich darüber hinaus dadurch aus, dass kein  
10 "Wand-Effekt" auftritt, dass sie wenig Aufwand erfordert und  
dass sie über die gesamte HiFi-Bandbreite betrieben werden  
kann, also sowohl im tieffrequenten Kolbenbetrieb als auch im  
hochfrequenten echten Biegewellenabstrahlbetrieb.

15 Erreicht wird dies durch eine Flachlautsprecheranordnung mit  
mehreren gleichartigen Plattenlautsprechern, die nahtlos an-  
einandergereiht sind derart, dass die einzelnen Plattenlaut-  
sprecher eine starre, scherfeste Kanten-Verbindung zu den je-  
weils benachbarten Plattenlautsprechern haben.

20 Bevorzugt weisen die Plattenlautsprecher jeweils einen Trei-  
ber zur Schwingungserzeugung, eine Klangplatte und eine Hal-  
terung auf und arbeiten im Multiresonanz-Biegewellenbetrieb.

25 Besonders günstig sind Klangplatten, die als freitragende,  
dämpfungsarme Sandwichplatte mit leichtem, scherfesten Kern  
und einem damit vollflächig verbundenen vorderen und/oder  
hinterem Deckblatt ausgeführt sind. Sowohl die einzelnen  
Plattenlautsprecher als auch der ganze, aus den einzelnen  
30 Plattenlautsprechern zusammengefügte "Wandbelag" erreichen  
vor allem durch die Verlegung (Montage) die notwendige mecha-  
nische Stabilität.

Weiterhin kann vorgesehen werden, dass die Treiber mit der  
35 Rückseite der Klangplatte verbunden sind, wobei die Rückseite  
der Treiber zur Befestigung der Plattenlautsprecher an einer  
dafür vorgesehenen Fläche, wie zum Beispiel einer Wand, aus-

gebildet sind. Die Treiber können dabei sowohl elektrodynamisch als auch piezoelektrisch sein und können weiterhin durch Einlassen oder Aufsetzen mit der Klangplattenrückseite verbunden sein.

5

Bevorzugt weist die Klangplatte rückseitig eine profilierte, abstandshaltende Struktur (Distanzprofil) auf, welche die Klangplatte freitragend halten kann. Das Distanzprofil ist beispielsweise auf die Klangplatte aufgeklebt. Die Rückseite des Distanzprofils kann zur Befestigung an einer dafür vorgesehenen Fläche (zum Beispiel Zimmerwand) ausgebildet sein. Als Distanzprofil können mehrere einzelne Abstandselemente vorgesehen werden oder aber eine vollflächig an der Rückseite der Klangplatte fixierte Matte aus weichem Material (zum Beispiel Schaumstoff) angebracht werden. Bei Verwendung einer Matte als Distanzprofil werden in dieser bevorzugt Aussparungen für den/die Treiber eingebracht. Damit lassen sich auf sehr einfache Weise die einzelnen Plattenlautsprecher an einer dafür vorgesehenen Fläche (zum Beispiel Wand) montieren.

20

Des Weiteren kann das Distanzprofil eine umlaufende, hermetisch dichte, an der zur Befestigung vorgesehenen Fläche anliegende Wulst aufweisen, so dass ein isoliertes Resonanzvolumen bereitgestellt wird. Durch das Resonanzvolumen wird eine Subwoofer-Wirkung erzielt.

25

Das so erhaltene Resonanzvolumen kann mit einer Ventilationsöffnung versehen werden, wodurch eine noch stärkere Subwoofer-Wirkung erzielt wird. Bevorzugt wird die Ventilationsöffnung dabei als Bassreflex-Tubus ausgeführt. Der Bassreflex-Tubus kann als schwimmender Tubus in der Klangplatte selbst angeordnet werden, so dass der Bassreflex-Tubus nicht durch die seitliche Kante des Distanzprofils geführt werden muss, sondern eine frontale Ventilation erzielt wird. Bevorzugt wird dabei ohne Berührung der für die Befestigung vorgesehenen Fläche ein mitschwingender Tubus in der Klangplatte verankert, wobei beispielsweise der Durchbruch in der Klangplat-

30

35



te vorgestanzt, aber noch verschlossen präpariert ist. Damit hat der Anwender die Möglichkeit, zwischen einem Betrieb mit oder ohne Tubus zu wählen.

- 5 Eine alternative Befestigung des Bassreflex-Tubus sieht vor, diesen mittels eines rückseitigen Montageflansches an der zur Befestigung vorgesehenen Fläche anzubringen, wobei eine oder mehrere Öffnungen die Verbindung zum eingeschlossenen Luftvo-  
10 lumen sicherstellen. Ein Luftspalt (vorzugsweise als vergröß-  
Berter Durchbruch der Klangplatte realisiert) kann dabei ga-  
rantieren, dass die Biegeschwingungen der Klangplatte nicht behindert werden. Auch hier kann der Durchbruch der Klang-  
platte vorgestanzt, aber nicht verschlossen werden, so dass der Anwender den Tubus nach Belieben einstecken kann oder  
15 nicht.

Vorzugsweise sind die Plattenlautsprecher als Brückennetzwerk verschaltet. Dabei haben beispielsweise die Plattenlautspre-  
cher die gleiche Impedanz. Das Brückennetzwerk ist nun derart  
20 aufgebaut, dass das gesamte System wieder die gleiche Impe-  
danz als ein einziges System aufweist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.  
25 Es zeigt:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen  
Flachlautsprecheranordnung bei einer typischen An-  
wendung,  
30  
Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen  
Flachlautsprecheranordnung bei einer typischen An-  
wendungs,  
35  
Fig. 3 die erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung bei  
einer Transportanwendung,

Fig. 4 einen einzelnen Plattenlautsprecher bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung,

Fig. 5 verschiedene Distanzprofile für einen Plattenlautsprecher bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung,

Fig. 6 einen schwingenden Bassreflex-Tubus bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung und

Fig. 7 die Verdrahtung einzelner Plattenlautsprecher bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung.

Ein Aspekt bei erfindungsgemäßen Flachlautsprechern behandelt die Halterung der Plattenlautsprecher durch Ausnutzung der Stabilität vorhandener Flächen wie beispielsweise Gebäudewänden, Zimmerwänden und ähnlichem. Ein anderer Aspekt betrifft jedoch ein logistisches Problem, nämlich wie ein wandgroßer Lautsprecher aus bruchempfindlichem Material bei Produktion, Transport und Montage angemessen gehandhabt werden kann. Die Fig. 1 und 2 zeigen typische Anwendungsfälle bei einem vereinfachten Hörraum 1, wie beispielsweise einem Wohnzimmer, einem Studio, einem Büro, einem Saal oder ähnlichem. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird eine Wand des Hörraums 1 vollständig von einer als Wandstrahlersystem 2 dienenden Flachlautsprecheranordnung bedeckt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 bedeckt ein Wandstrahlersystem 4 nur einen Teil einer Wand. Bei beiden Ausführungsbeispielen sind die Wandstrahlersysteme 2 bzw. 4 in einzelne Wandstrahlerelemente 3 unterteilt, wobei das Wandstrahlersystem 2 aus sechzehn Wandstrahlerelementen 3 und das Wandstrahlersystem 4 aus vier einzelnen Wandstrahlerelementen 3 aufgebaut ist. Nach fertiggestellter Montage der Wandstrahlersysteme 2 und 4 können die Nahtstellen zwischen den einzelnen Wandstrahlerelementen 3 so beschaffen sein, dass sie nicht mehr sichtbar sind.

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung im Hinblick auf logistische Probleme. Ein komplettes Wandstrahlersystem 5 ist nur schwer transportierbar und auch schwer montierbar. Eine erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung ist in einzelne Wandstrahlerelemente 3 unterteilt, die beispielsweise zu einem Stapel 8 zusammengestellt werden können 6 oder aneinandergereiht als Wandstrahlerbahnen 9 hergestellt und transportiert werden können 7.

Fig. 4 zeigt ein einer "Fliese" ähnliches Wandstrahlerelement in Draufsicht 10 und perspektivisch 11 ohne nähere Einzelheiten. Detaillierter und perspektivisch vergrößert wird bei Darstellung 12 ein Wandstrahlerelement gezeigt, dass unter anderem aus einer Multiresonanz-Klangplatte 13 und einer Stützvorrichtung (Distanzprofil) besteht. Die Multiresonanz-Klangplatte ist freitragend und dämpfungsarm gehalten (beispielsweise durch eine als Stützfüße ausgebildete Stützvorrichtung 14 an den Ecken der Multiresonanz-Klangplatte 13). Die Multiresonanz-Klangplatte 13 ist aus hartem, fast sprödem Material gefertigt derart, dass insgesamt eine möglichst hohe Biegesteifigkeit bei möglichst geringem Massenbelag erreicht wird. Beim Ausführungsbeispiel sind dazu Hartschaumplatten (mit oder ohne Deckschichten) oder aber Waben-Sandwich-Platten vorgesehen. Bei Waben-Sandwich-Platten mit hinterer Deckschicht 15, Kern 16 und vorderer Deckschicht 17 lassen sich die Materialanforderungen unterteilen in eine möglichst hohe Dehngeschwindigkeit des Deckschichtmaterials und eine möglichst geringe mittlere Dichte des Kernmaterials in Kombination mit im Mittel möglichst hohem Schubmodul. Zusammen mit dem auf der hinteren Fläche der Multiresonanz-Klangplatte 13 aufgesetzten oder eingelassenen Treibern 18 und der Halterung (in Fig. 4 nicht dargestellt) stellt die gezeigte Anordnung einen kompletten Multiresonanzlautsprecher dar.

Durch konsequente Ausnutzung der Festigkeit und des ausgeglichenen Raumklimas vorgegebener Montageflächen (beispielsweise Gebäudewand in einem Gebäudeinnenraum) kann der Multireso-

nanz-Plattenlautsprecher schon mit einfachsten Mitteln und daher kostengünstig hergestellt werden. Dabei können beispielsweise die Deckschichten aus Papier und der Sandwichkern aus offenporigem Hartschaum hergestellt werden. Wesentlich für die Eigenschaften eines derartigen Multiresonanz-Plattenlautsprechers ist dabei das Distanzprofil 14, das zwischen der freitragenden Multiresonanz-Klangplatte 13 und einer nicht näher dargestellten Wand angeordnet ist. Dieses Bauelement dient als Halterung der freitragenden in Sandwichtechnik ausgeführten Multiresonanz-Klangplatte 13. Die Halterung muss die gewichtsbedingte statische Scherkraft aufnehmen können, ohne die normal zur Wand polarisierte Schwingung der Multiresonanzplatte 13 zu behindern. Das Distanzprofil 14 kann seine so definierte Funktion in vielerlei Gestalt erfüllen. Fig. 5 zeigt dabei einige bevorzugte Ausführungsformen.

Bei der in Fig. 5a gezeigten Ausführungsform werden feste oder weichelastische Stützen als Abstandshalter verwendet, die an freien Stellen der Multiresonanz-Klangplatte 13 fixiert sind und deren Unterseite zur planparallelen Wandfixierung ausgebildet sind.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5b ist als Distanzprofil 14 eine weiche Schaumstoffmatte 19 mit Ausschnitten für aus der Multiresonanz-Klangplatte 13 rückseitig herausragende Strukturen wie beispielsweise den Treibern 18 vorgesehen. Die Schaumstoffmatte 19 ist mit der Multiresonanz-Klangplatte 13 verklebt und wandseitig für eine Fixierung an einer nichtgezeigten, zur Befestigung vorgesehenen Wand ausgebildet. Dadurch entsteht hinter der angereiht platzierten "Fliesenschicht" aus Multiresonanz-Klangplatten ein flacher Hohlraum der am gemeinsamen Rand offen ist und der eigene tieffrequente Resonanzen aufweist.

Bei dem in Fig. 5c gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine Art "Box" vorgesehen. Ein umlaufender Randwulst 20 dient einerseits als Halterung der Multiresonanz-Klangplatte 13 und er-

zeugt andererseits bei Befestigung des Wandstrahlerelements an einer nichtgezeigten Wand (unabhängig vom Vorhandensein weiterer Wandstrahlerelemente) einen geschlossenen Resonanzhohlraum.

5

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5d geht aus dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5c dadurch hervor, dass in den umlaufenden Randwulst 20 ein seitlicher Bassreflex-Tubus 21 eingebracht ist. Der umlaufende Randwulst 20 dient dabei wiederum

10

einerseits als Halterung der Multiresonanzklangplatte 13 und zum anderen erzeugt er bei Befestigung des Wandstrahlerelements an der Wand einen geschlossenen Resonanzhohlraum, der aber über eine akustisch wirksame Öffnung ventiliert ist. Bei tiefen Frequenzen wird sich jede der Multiresonanz-

15

Klangplatten wie ein Kolbenlautsprecher verhalten, das heißt, alle Oberflächengebiete werden sich gleichphasig bewegen. In diesem Betriebsfall kann das eingeschlossene Luftvolumen eine erhebliche Erhöhung der Rückstellkraft bewirken und damit die Impedanz erhöhen, wodurch die Schall-Leistungsabgabe im Tieftonbereich behindert wird. Zur Ventilation kommen außer einem Bassreflex-Tubus auch ein entsprechend ausgebildetes Horn oder eine Transmission-Line in Frage. Eine seitliche Ventilation kommt allerdings nur bei Anordnungen mit geringer Anzahl von Wandstrahlerelementen in Betracht.

20

25

Wird ein Wandstrahler aus einem dem gegenüber höheren Anzahl von Wandstrahlerelementen aufgebaut, so wird eine Ventilation nach vorne bevorzugt. Eine Ventilation nach vorne erfolgt beispielsweise mittels Durchbrüchen in der Multiresonanz-Klangplatte. Fig. 6 zeigt eine derartige Realisierung im Schnitt. Dargestellt ist ein Teil eines Wandstrahlerelements mit einem Distanzprofil 20 in Form eines umlaufenden Wulstes. Das eingeschlossene Luftvolumen wird durch einen oder mehrere Bassreflex-Tuben 23, 25 ventiliert. Bevorzugt kommen dabei

30

35

zwei Ausführungsformen zur Anwendung, nämlich schwingender Tubus und feststehender Tubus.

Beim schwingenden Tubus wird im einfachsten Fall nach erfolgter Wandfixierung der einzelnen, angereihten Wandstrahlerelemente ein mit der Klangplatte schwingender Bassreflex-Tubus 23 eingesteckt, der intern zur Gebäudewand 28 hin offen an das eingeschlossene Luftvolumen 31 angekoppelt ist. Die Bassreflex-Tuben in verschiedenen Wandstrahlerelementen können verschieden abgestimmt sein, um eine breitbandige Bassanhebung zu gewährleisten. Das Öffnen der Plattenoberfläche durch den Anwender kann durch produktionstechnische Vorkehrung stark vereinfacht werden.

Beim feststehenden Tubus kann zur Entkopplung des Reflextubus von der schwingenden Klangplatte in jedem Wandstrahlerelement ein isolierender Ringspalt 26 vorgesehen werden. Nach der Montage der Wandstrahlerelemente wird in alle oder nur in ausgewählte Wandstrahlerelemente ein Tubus 25 eingesteckt. Beim Ausführungsbeispiel wird ein Tubus mit Fußflansch 29 verwendet, der intern zur Gebäudewand 28 hin über ein Fenster 30 an das Luftvolumen 31 angekoppelt ist. Ein Blendenring 24 sorgt für die Zentrierung des jeweiligen Bassreflex-Tubus. Die Bassreflex-Tuben 25 in unterschiedlichen Wandstrahlerelementen können dabei wieder verschieden abgestimmt sein, um eine breitbandige Bassanhebung zu gewährleisten.

Die ersten Resonanzen des Luftvolumens zwischen Klangplatte und Gebäudewand zeigen eine schnelle Polarisierung parallel zur Wand. Die zugehörige skalare Druckverteilung ist mit einer Membranauslenkung gekoppelt, die normal zur Wand polarisiert ist. Die Ausnutzung der großen, von der Gebäudewand vorgegebenen Kantenlängen setzt voraus, dass die ursprünglich gegeneinander isolierten Wandstrahlerelemente verlustarm miteinander gekoppelt sind.

Wenn die klanglichen Möglichkeiten des Wandlautsprechers voll genutzt werden sollen, sind viele Wandstrahlerelemente so zu koppeln, dass ein reibungsarmer tieffrequenter Druckausgleich möglich wird. Dazu wird die luftdichte umlaufende Trennwand

20 zwischen den zu koppelnden Fliesen bei der Montage mit großen Öffnungen versehen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die umlaufende Fliesentrennwand (Wulst 20) aus Wabenmaterial herzustellen, wobei die Wabenzellachsen parallel zur Klangplattenebene verlaufen. Dann muss lediglich ein zum Zwecke der Luftdichtigkeit schon während der Produktion auf-gebrachter Isolierstreifen (beispielsweise biegesteifes, luftdichtes Kontaktklebeband passender Breite) an der Stoßfuge zwischen den zu koppelnden Wandstrahlerelementen entfernt werden.

Da der Wandlautsprecher in mehrere einzelne Wandstrahlerelemente unterteilt ist und alle Wandstrahlerelemente vorzugsweise gleichartig aufgebaut sind, erhält das an einer Wand befestigte Lautsprechersystem eine periodische Struktur. Diese Struktur wird bevorzugt auch bei der Verdrahtung der einzelnen Wandstrahlerelemente beibehalten.

In Fig. 7a ist die elektrische Verknüpfung von Wandstrahlerelementen am Beispiel eines Lautsprechersystems mit  $4 \times 4 = 16$  Wandstrahlerelementen dargestellt. Durch eine matrixartige Verknüpfung (Reihen- und Parallelschaltung) ergibt sich eine Gesamtimpedanz, die gleich der Impedanz eines einzelnen Systems ist. Weicht die Anordnung von einem quadratischen Schema ab, so ergeben sich entsprechend leichte Veränderungen der Gesamtimpedanz gegenüber der Einzelimpedanz.

In Fig. 7b ist detaillierter dargestellt, wie ein Wandstrahlerelement intern elektrisch gruppiert werden kann. Das Treibersystem in einem Wandstrahlerelement besteht im einfachsten Fall aus einem einzigen Treiber, bei höherwertigen Systemen aber (wie in Fig. 7b gezeigt) aus einer Anordnung von Hochtontreiber 41, Mitteltontreiber 40 und Tieftontreiber 39 zusammen mit den zugehörigen Weichen 36. Auf jeden Fall sind die Antriebskomponenten innerhalb eines Wandstrahlerelementes fest miteinander verdrahtet, wobei sich eine resultierende Elementimpedanz  $Z$  ergibt (32), so dass jedes Wand-

strahlerelement nach Wandmontage auch für sich als Lautsprecher funktionsfähig ist. Das entsprechende Ansteuersignal müsste nur jeweils an die Kontakte 37 des jeweiligen Wandstrahlerelements angelegt werden.

5

Fig. 7c zeigt schließlich einen Ausschnitt aus dem Netzwerk gemäß Fig. 7a. Dabei ist dargestellt, wie die Wandstrahlerelemente einzeln miteinander verbunden werden können. Herauszustellen sind dabei die horizontal verlaufenden einpoligen Busverbinder 42. Im Regelfall führen diese Busverbinder 42 wegen der elektrischen Schaltungssymmetrie keinen Strom. Fällt aber ein Wandstrahlerelement aus, so wird die Symmetrie gestört. Die horizontalen Busverbinder 42 führen jetzt Strom und das Netzwerk funktioniert - geringfügig eingeschränkt - durch Redundanz. Es handelt sich somit um ein Lautsprechersystem mit statischer Ausfallsicherheit. Die Verkabelung erfolgt neben den horizontalen Busverbindern 42 darüber hinaus mit vertikalen Busverbindern 44, wobei die Anbindung der Busverbinder 42 und 44 jeweils zwischen horizontalen und vertikalen Elementverbindern 42 und 45 ausgehend von einem Hauptanschluss 46 für den gesamten Wandlautsprecher erfolgt. Zum Anschluss des vertikalen Busses ist schließlich eine Vertikalbusbrücke 43 vorgesehen.

10

15

20



## Patentansprüche

1. Flachlautsprecheranordnung mit mehreren gleichartigen Plattenlautsprechern, die nahtlos aneinandergereiht sind derart, dass die einzelnen Plattenlautsprecher eine starre, scherfeste Kantenverbindung zu den jeweils benachbarten Plattenlautsprechern haben.
2. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Plattenlautsprecher jeweils einen Treiber zur Schwingungserzeugung, eine Klangplatte und eine Halterung aufweisen und nach dem Multiresonanz-Biegewellenprinzip arbeiten.
3. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Klangplatte eine freitragende, dämpfungsarme Sandwichplatte mit leichtem, scherfestem Kern und einem damit vollständig verbundenen, vorderen und/oder hinterem Deckblatt vorgesehen ist.
4. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiber mit der Rückseite der Klangplatte verbunden sind, wobei die Rückseite der Treiber zur Befestigung der Plattenlautsprecher an einer dafür geeigneten Fläche ausgebildet ist.
5. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Klangplatte auf der Rückseite mit einem Distanzprofil versehen ist, welches die Klangplatte freitragend halten kann.

- 5 6. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n e i c h n e t, dass die  
Rückseite des Distanzprofils zur Befestigung an einer  
dafür vorgesehenen Fläche ausgebildet ist.
- 10 7. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5 oder 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass als  
Distanzprofil mehrere einzelne Abstandselemente vorge-  
sehen sind.
- 15 8. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5 oder 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass als  
Distanzprofil eine vollflächig an der Rückseite der  
Klangplatte fixierte Matte aus weichem Material ange-  
bracht ist.
- 20 9. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass in  
die Matte Aussparungen für den/die Treiber eingebracht  
sind.
- 25 10. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5 oder 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das  
Distanzprofil einen umlaufenden, hermetisch dichten, an  
der zur Befestigung vorgesehenen Fläche anliegenden  
Wulst aufweist, so dass ein isoliertes Resonanzvolumen  
bereitgestellt wird.
- 30 11. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das  
Resonanzvolumen eine Ventilationsöffnung aufweist.
- 35 12. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass als  
Ventilationsöffnung ein Bassreflex-Tubus vorgesehen  
ist.

13. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 12,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der  
Bassreflex-Tubus als mitschwingender Tubus in der  
Klangplatte angeordnet ist.

5

14. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die  
Ventilationsöffnung mittels eines rückseitigen Monta-  
geflansches an der zur Befestigung vorgesehen Fläche  
angebracht ist, wobei ein oder mehrere Öffnungen die  
Verbindung zum eingeschlossenen Luftvolumen sicher-  
stellen.

10

15. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 14, dass ein  
Luftspalt in der Klangplatte vorgesehen ist derart,  
dass die Biegeschwingung der Klangplatte nicht behin-  
dert wird.

15

16. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die  
Plattenlautsprecher als Brückennetzwerk verschaltet  
sind.

20

## Zusammenfassung

### Flachlautsprecheranordnung

- 5 Es wird eine Flachlautsprecheranordnung mit mehreren gleichartigen Plattenlautsprechern vorgestellt, die nahtlos aneinandergereiht sind derart, dass die einzelnen Plattenlautsprecher eine starre, scherfeste Kantenverbindung zu den jeweils benachbarten Plattenlautsprechern haben.

10




Fig. 4

1/6

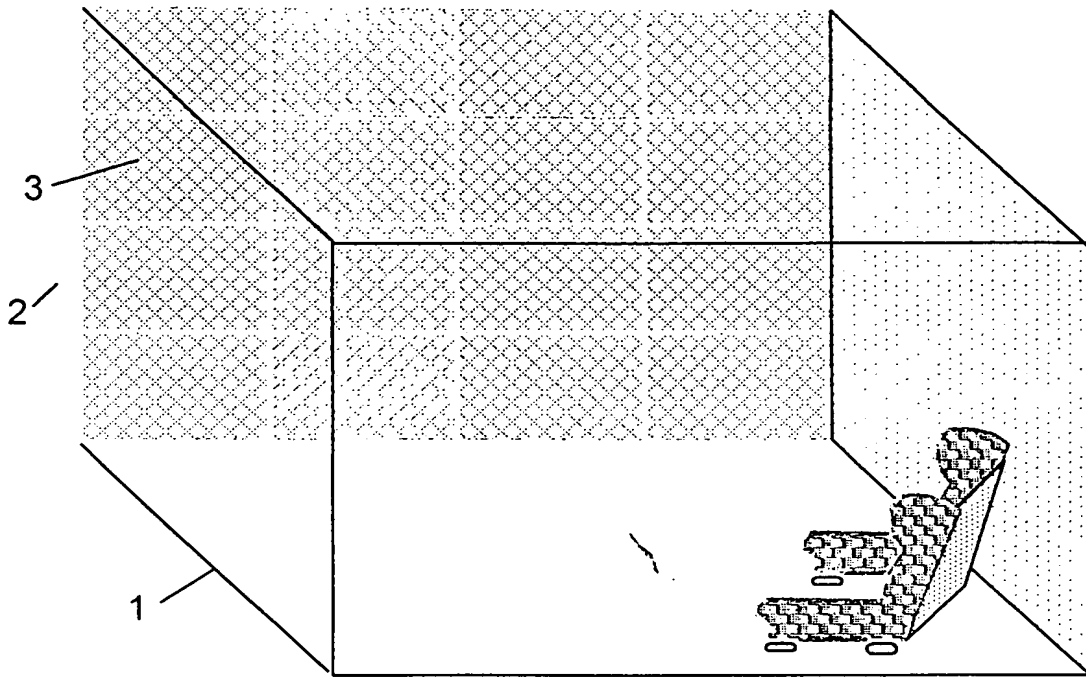


Fig. 1

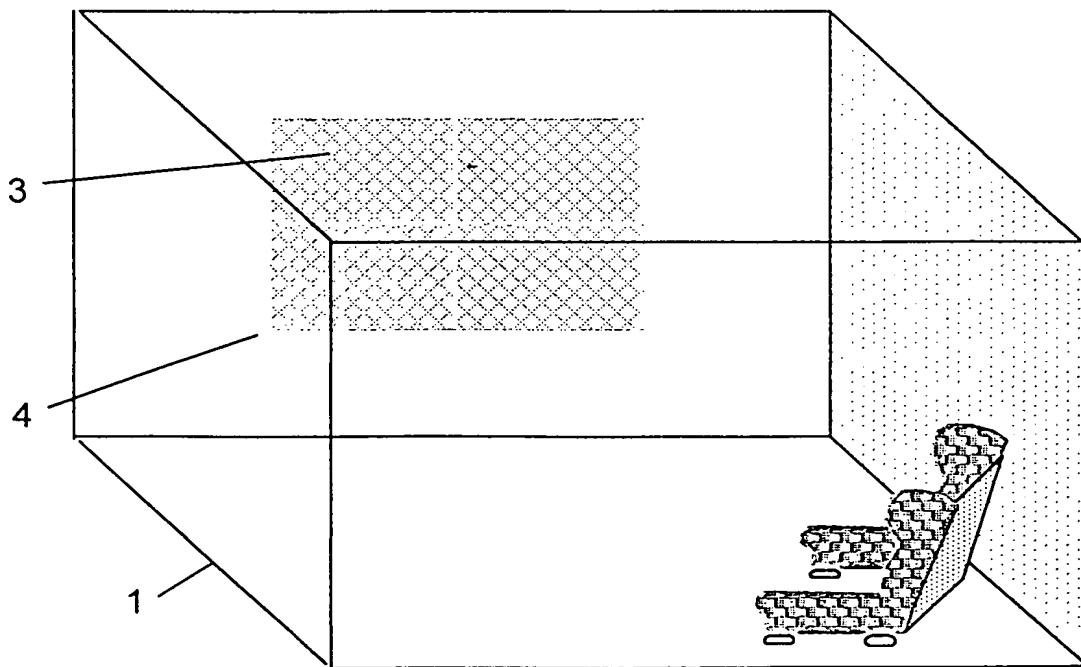


Fig. 2

216

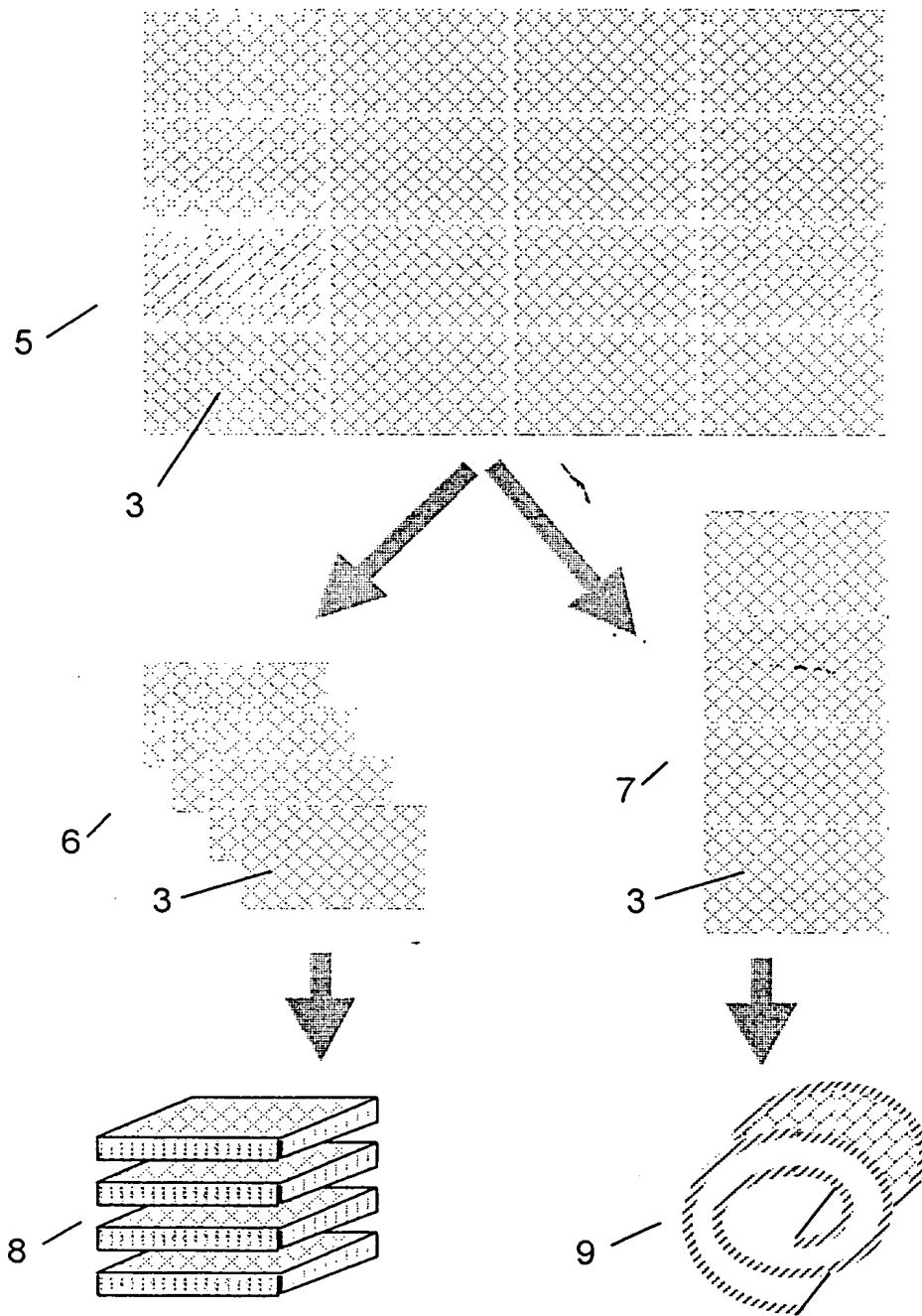


Fig. 3

3/6

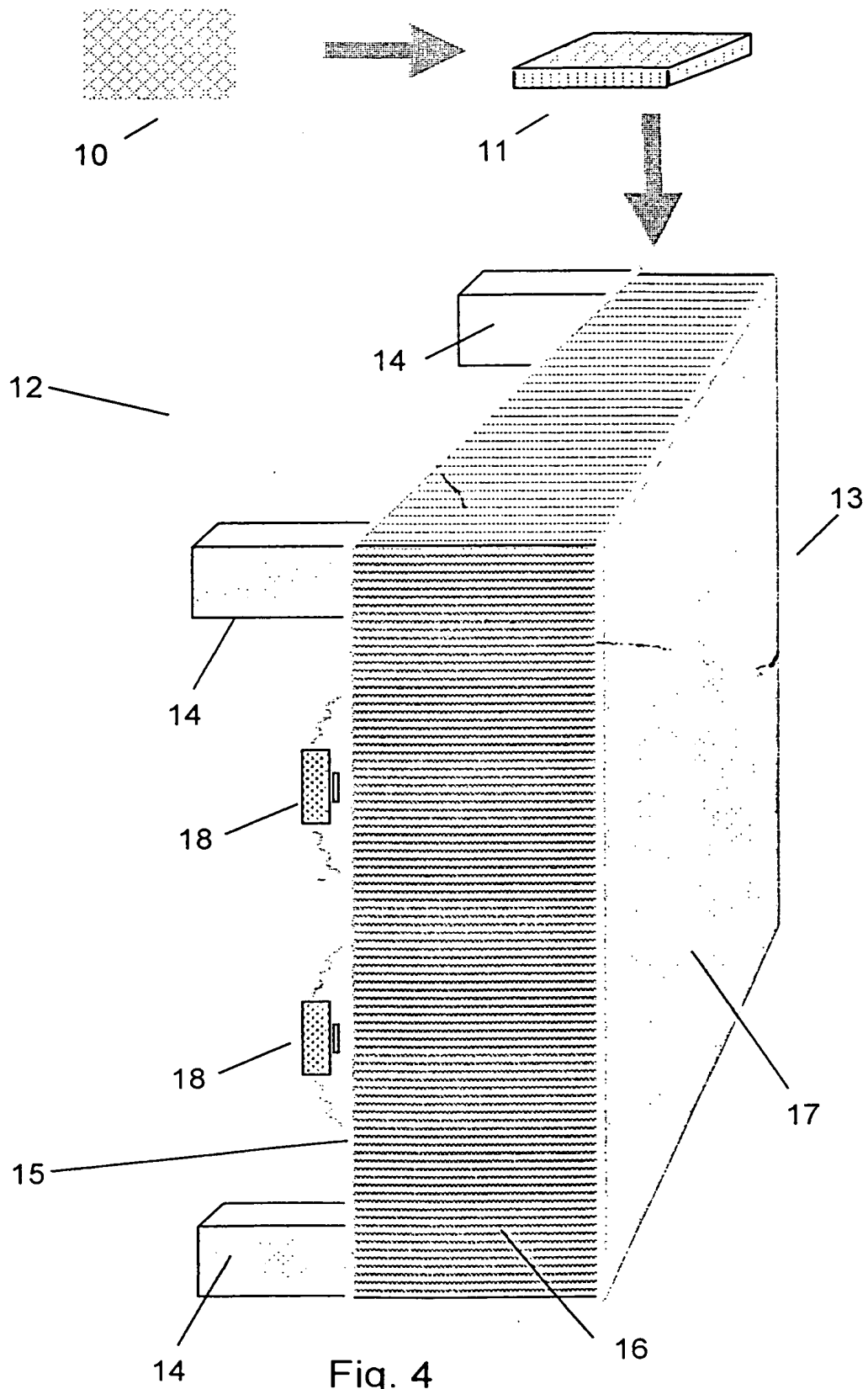


Fig. 4

4/6

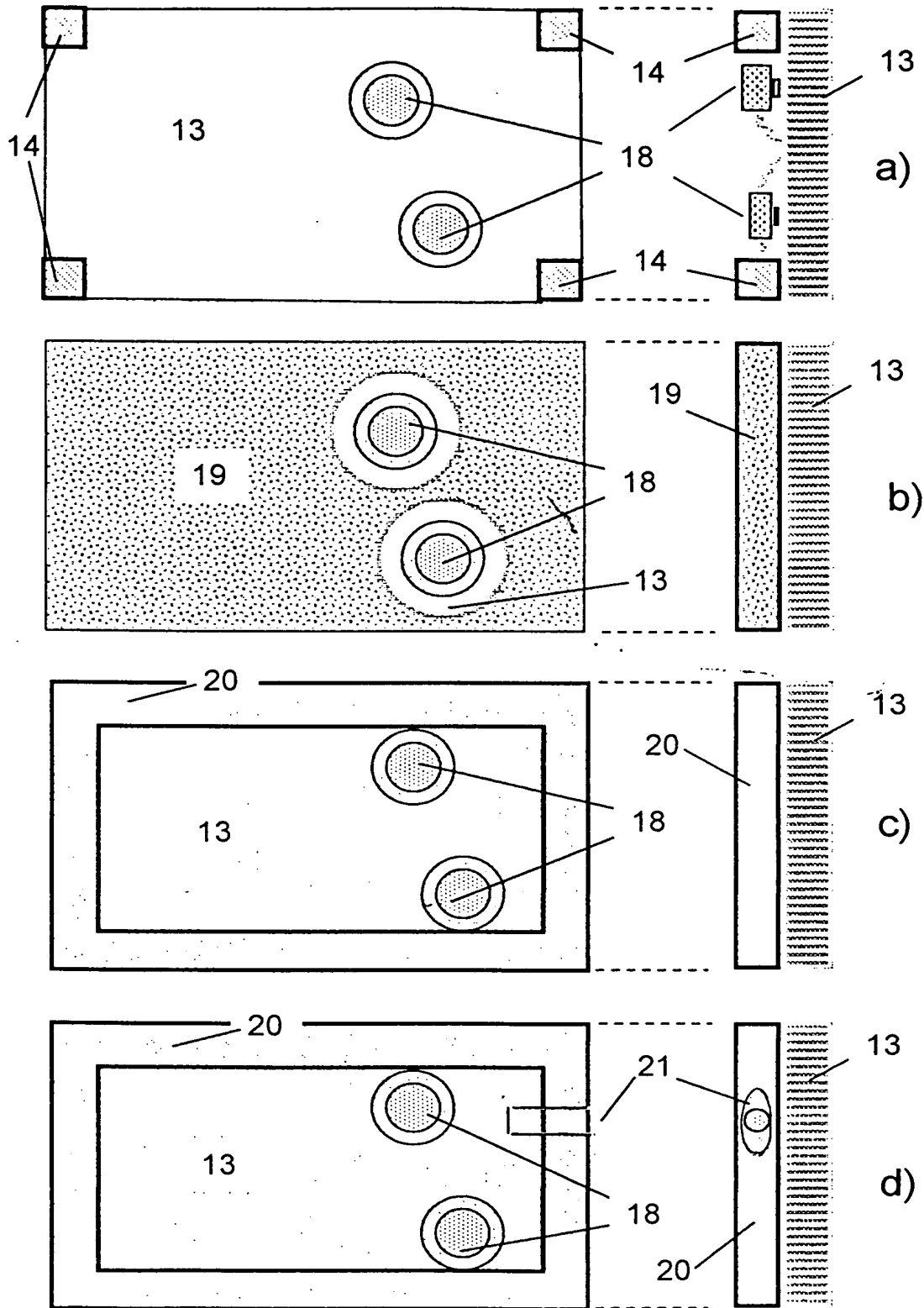


Fig. 5



5/6

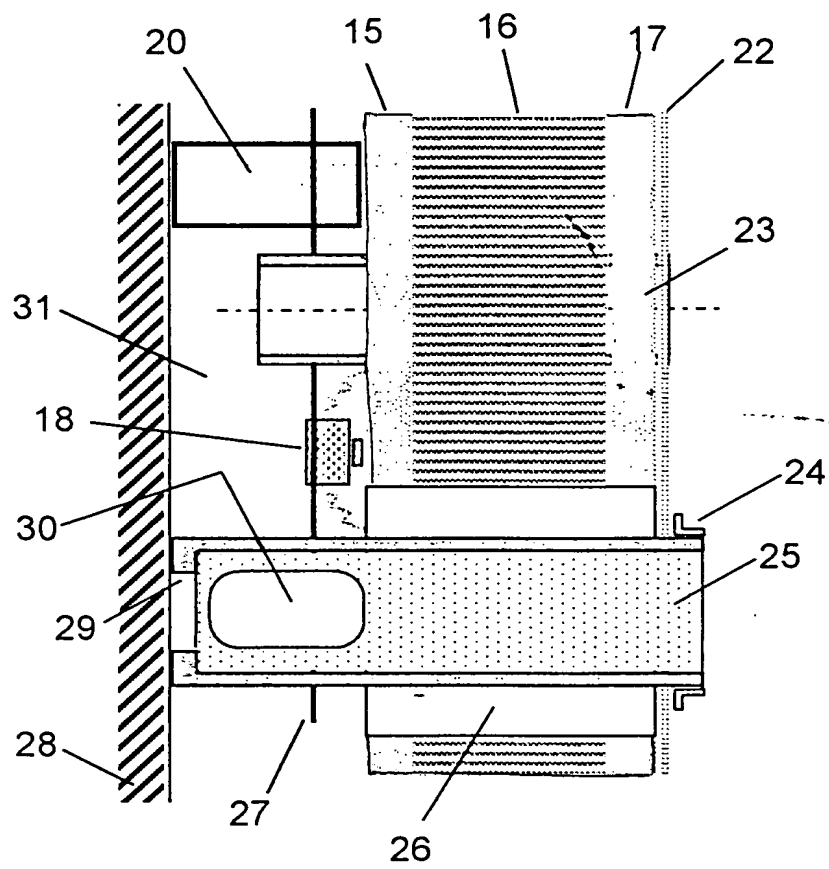


Fig. 6

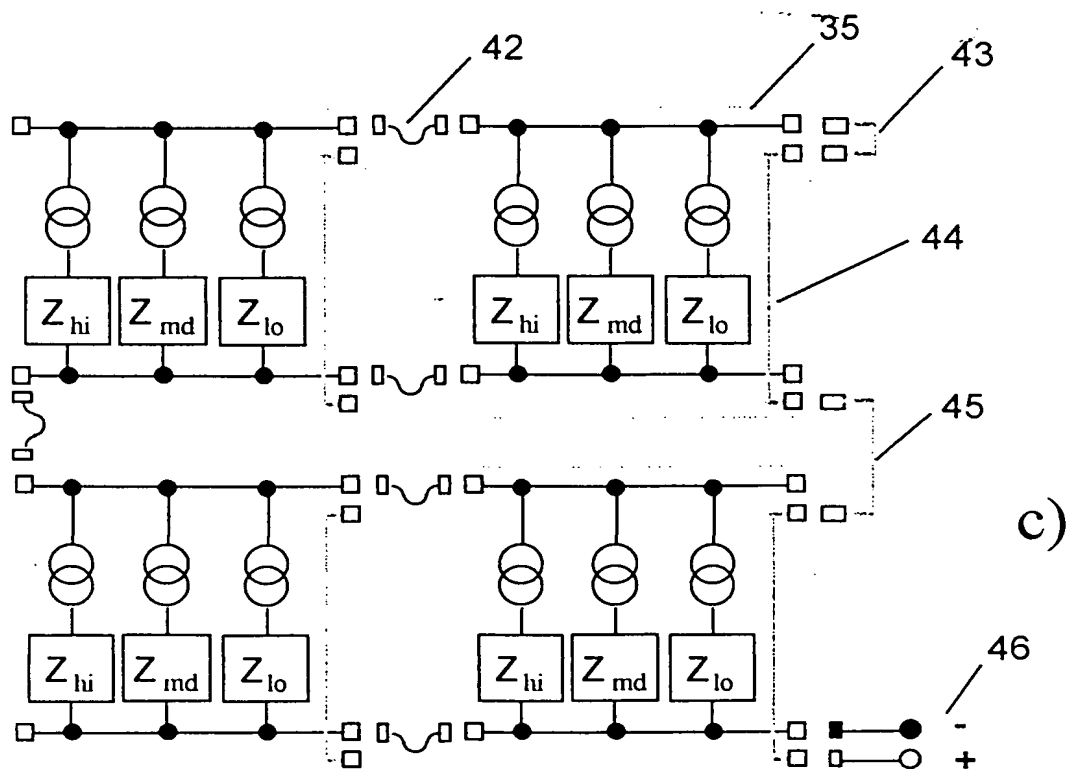
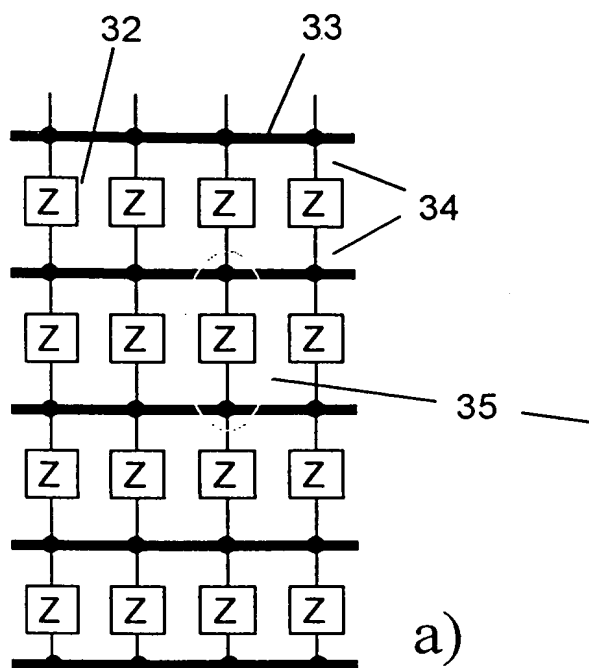


Fig. 7